

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-197947

(43) 公開日 平成9年(1997)7月31日

| (51) Int.Cl. ⁶ | 識別記号 | 庁内整理番号 | F I | 技術表示箇所 |
|---------------------------|-------|--------|---------|--------|
| G 0 3 H | 1/04 | | G 0 3 H | 1/04 |
| | 1/08 | | | 1/08 |
| H 0 4 N | 5/335 | | H 0 4 N | 5/335 |

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平8-9181

(22) 出願日 平成8年(1996)1月23日

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号

(72) 発明者 八木 生剛

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(72) 発明者 今井 欽之

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(72) 発明者 山崎 裕基

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(74) 代理人 弁理士 秋田 収喜

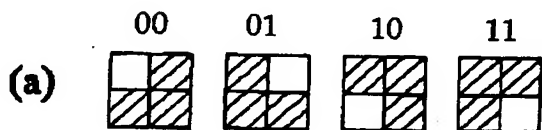
(54) 【発明の名称】 ホログラム記録用二次元符号化方法

(57) 【要約】

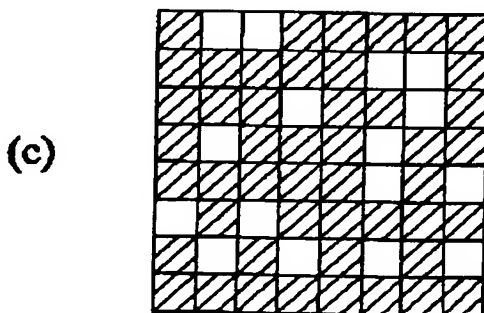
【課題】 ページ内ムラ、ページ間ムラが存在する体積多重ホログラムにおいて、ムラによる信号読み取りエラーを除去し、かつ、多重記録時の既記録ページの消去を最小限に抑える。

【解決手段】 最低一つの光波を二次元空間光変調器を通過させることによって記録する情報を決定するホログラム記録用二次元符号化方法において、二次元空間光変調器の隣接する4個もしくは4の倍数のピクセルを一組とし、各組を構成するピクセル数の4分の1が光を透過し、その4分の3は光を遮るようにしたものである。

図 1



(b) 0100111011101110010100101010101



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 最低一つの光波を二次元空間光変調器を通過させることによって記録する情報を決定するホログラム記録用二次元符号化方法において、二次元空間光変調器の隣接する 4 個もしくは 4 の倍数のピクセルを一組とし、各組を構成するピクセル数の 4 分の 1 が光を透過し、その 4 分の 3 は光を遮るようにすることを特徴とするホログラム記録用二次元符号化方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、可干渉な二つ以上の光波を干渉させて記録するホログラフィ技術における、光の干渉縞を記録媒体中に記録する実時間ホログラフィ技術に関し、特に、記録する情報として二次元空間光変調器の透過率変調パターンを記録する際に、効率よくデジタルデータを画像に変換し記録する方法で、記録媒体としてフォトリラクティブ結晶を用いた体積多重ホログラフィ技術に適用して有効な技術に関するものである。

【0002】

【従来の技術】レーザー等の光源を用い、物体による散乱光（物体光、或いは信号光）と同じ光源からの非散乱光（参照光、或いはポンプ光）とを干渉させ、その干渉縞を光記録可能な写真乾板等の記憶媒体に記録し、また、再生時には、記録された干渉縞に参照光のみを照射し、物体による散乱光を再現する技術をホログラフィと称する。ここで、記憶媒体の奥行きが記録光の波長に比べて十分長い時、同一媒体内に複数のホログラムを記録することが可能である。この技術を体積多重ホログラフィと称する。フォトリラクティブ材料と呼ばれ、ある種の誘電体は、光を照射することで屈折率を変化させるので、体積多重ホログラフィ用の記録媒体として用いられている。

【0003】一方、デジタル情報の記録においては、物体光を液晶パネル等の二次元空間光変調器を通過させることによって、物体光に強度分布もしくは位相分布を持たせることによって行われる。二次元空間光変調器通過後の物体光は、レンズを用いて集光され、記録媒体によって照射される。

【0004】この時、二次元空間光変調器、レンズ、及び記録媒体の配置によって大きく実像記録タイプとフーリエ像記録タイプとに分けられるが、フーリエ像記録タイプは、記録媒体内の傷や光照射の位置ずれに対する許容度が高く、メモリスシステムに適していると考えられている。

【0005】実像記録タイプにせよフーリエ像記録タイプにせよ、情報の再生には参照光を記録媒体に照射し、その回折光が CCD（電荷結合素子）等の二次元光検出器に入るようにしなければならず、光検出器上で、記録時の二次元空間光変調器のパターンの実像が結像され

る。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明者は、前記従来の技術を検討した結果、以下の問題点を見いだした。

【0007】記録媒体や光学系の欠陥により、回折像内での回折強度ムラ（ページ内ムラ）や、多重ホログラム記録時の各ホログラム間での回折効率ムラ（ページ間ムラ）が存在することがある。即ち、ある回折光強度レベルにスライスレベルを設定し、それよりも回折光強度が強いのか否かで“0”，“1”を決定すると、ページ内ムラ、ページ間ムラにより信号を誤読するという問題があった。

【0008】一方、実際のメモリスシステムに常に完璧を望むのは非現実的であるから、前記のムラがあっても信号を誤読しないように、差分コーディングという方法が提唱されている（John F. Heanue, Matthew C. Bashaw, Lambertus Hesselink: SCIENCE Vol. 265 p. 746 (1994)）。これは、隣り合うピクセルの回折光強度を引き算し、結果がマイナスであれば“0”、プラスであれば“1”、に対応付けるもので、2ピクセルで1ビットを表現する方法である。当然、記録時の二次元空間光変調器のパターンは（透過、非透過）か、（非透過、透過）の組の組み合わせとなり、例えば、図6に示すようなパターンとなる。

【0009】図6の（a）はビットの最小単位を示し、白抜きピクセルを“透過”、黒抜きピクセル（図6の斜線を施した部分）を“非透過”とする。上下にならんだピクセルで上が“非透過”、下が“透過”の時を“0”とし、逆の並びのときに“1”とする。実際に、CCD（電荷結合素子）等の受光器で画像を処理するときに、二次元空間光変調器の各ピクセルに対応する位置の CCD 上のピクセルの受光量を、上下のピクセル間で引き算し、その正負で“0”，“1”を決定するので差分コードと称する。（c）はこれらの上下対のピクセルを並べて、（b）で示したビット列を符号化したもので、左上方から右に進んで行って、右端に達した時点で左端に移動し、一段（2ピクセル）下がって、再び右に進む方式で構成している。

【0010】そして、記録したホログラムが忠実に再生されるためには、記録時の参照光の強度は、空間分布を持つ物体光強度に等しいか、それ以上でなければならない。また、体積多重ホログラムでは、第 N ページを記録するのにそれ以前に記録した第 1 から第 (N-1) ページを少しずつ消してしまうので、できるだけ光量を少なくする必要がある。従って、フーリエ像記録タイプのホログラフィでは、通常、二次元空間光変調器のパターンの DC 成分（フーリエ像の中心部分）が最も光強度が強いので、参照光強度を物体光のフーリエ像の中心部分の強さに合わせておく必要がある。

【0011】本発明の目的は、前述したページ内ムラ、

ページ間ムラが存在する体積多重ホログラムにおいて、ムラによる信号読み取りエラーを除去し、かつ、多重記録時の既記録ページの消去を最小限に抑えることが可能な技術を提供することにある。

【0012】本発明の前記ならびにその他の目的と新規な特徴は、本明細書の記述及び添付図面によって明らかにする。

【0013】

【課題を解決するための手段】本願において開示される発明のうち代表的なものの概要を簡単に説明すると、以下のとおりである。

【0014】最低一つの光波を二次元空間光変調器を通してることによって記録する情報を決定するホログラム記録用二次元符号化方法において、二次元空間光変調器の隣接する4個もしくは4の倍数のピクセルを一組とし、各組を構成するピクセル数の4分の1が光を透過し、その4分の3は光を遮るようにしたものである。

【0015】本発明による二次元空間光変調器のピクセルの最小パターンは、図1の(a)に示すように、4つの部分からなり、そのうちただ一つの部分のみ光を透過し、他の3つの部分は光を遮蔽する。どの部分が光を透過するかの場合分けは4通りあり、即ち、最小パターンは2ビットに相当する。個々の部分は必ずしも空間光変調器の一つのピクセルである必要はなく、複数のピクセルの集合であっても良い。どの部分が光を透過するかによって2ビットを表現するが、図1中のビット列は一列であり、他の2ビット表現も可能である。図1において、白抜きピクセルを“透過”、黒抜きピクセル(図1の斜線を施した部分)を“非透過”としている。

【0016】図1の(b)のようなビット列を記録したい場合、二次元空間光変調器上では、例えば図1の(c)のような配置をとる。左上方から右に読み進み、右端に達した時点で左端に移動し、一段(2ピクセル)下がって、再び右に読み進む。二次元空間光変調器を透過した光は、レンズで集光され、参照光と共に、記録媒体中で干渉縞をつくり、それが記録される。

【0017】前記手段によれば、ページ内ムラがピクセルの最小パターンよりも大まか(空間周波数が小さい)であるとき、4つの部分の中で最大の回折光強度を見出すことにページ内ムラが障害とはならず、ページ内ムラとページ間ムラによる信号読み取りエラーを除去することができる。これは、差分コード法と同じである。また、4つの部分で2ビットの容量という情報密度も差分コード法(2つの部分で1ビット)と同じである。

【0018】一方、透過する光量が差分コード法の半分であることから、二次元空間光変調器のパターンのDC成分の強度が差分コード法の半分となり、従って、参照光強度が半分に抑えられ、多重記録時の既記録ページの消去を差分コード法の半分に抑えることができる。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、本発明について、その実施形態(実施例)とともに図面を参照して詳細に説明する。

【0020】図2は本発明のホログラム記録用二次元符号化方法を実施する装置の実施形態(実施例)の概略構成を示す模式図である。図2において、1は光であり、例えば、アルゴンイオンレーザの514.5nmの波長の光を用いる。2、5はシャッター、3、13は半波長板、4は偏光ビームスプリッタ、6、15、16はミラー、7はビームエキスパンダ、8は液晶パネル、9は焦点距離fのレンズ、10は記録媒体、11は焦点距離f'のレンズ、12はCCD、14、19は偏光子、17は参照光、18は物体光、20は移動ステージ、21は回転ステージである。

【0021】本実施形態(実施例)のホログラム記録用二次元符号化方法の実施装置は、図1に示すように、記録媒体10としてフォトリソグラフィ材料であるストロンチウムバリウムニオブ酸を用い、アルゴンイオンレーザの514.5nmの波長の光1を用いて、参照光17の入射方向を変えながら角度多重記録を行う。

【0022】物体光18は、1ピクセルの大きさが312μm×312μmの液晶パネル8を通過後、焦点距離300mmの凸レンズ9によって記録媒体10に集光される。ここで、液晶パネル8と凸レンズ9との距離は300mm、凸レンズ9と記録媒体10との距離も300mmとする。記録媒体10と通過した光は、焦点距離30mmのレンズ11によって、CCD12上に液晶パネルのパターンの実像となって結像される。また、記録媒体10と凸レンズ11との距離は30mm、凸レンズ11とCCD12との距離も30mmとする。

【0023】前記CCD12上の結像パターンは、実際の液晶パネル8のパターンの1/10の大きさになっている。なお、液晶パネル8による光の偏光面の回転を補正するために、物体光の光路に偏光子19を挿入し、光の電場の振動方向は図2において紙面内に描えられている。

【0024】一方、参照光17は、偏光子14によってその光の電場の振動方向が紙面内に描えられているが、半波長板13によって、強度を調整できるような構成をとっている。また、移動ステージ20と回転ステージ21の組み合わせによって、二つのミラー15、16で反射させた後は、記録媒体10へ入射位置は変わらず、入射角度のみ変更できるような構成をとっている。

【0025】なお、半波長板3、13は、物体光と参照光の強度比を変更させるために用いたもので、半波長板3と偏光ビームスプリッタ4及び半波長板13と偏光子14の組み合わせと併せて、参照光の強度変更の余裕を大きくとっている。参照光のビーム直径は約1.5mmである。

【0026】ビームエキスパンダ7は、直径100mm

の平行ビームを生成し、液晶パネル8に物体光を導く。照射された領域内で、約62.4mm四方の正方形内の200×200ピクセルを用いて二次元符号化を行う。200×200ピクセルを2×2ピクセルからなる最小単位にして100×100に分割し、全部で20000ビットに対応させる。液晶パネル8の各ピクセルは、“透過”状態で約1%、“非透過”状態で約0.1%であり、また、約80%が偏光子19を透過する。

【0027】結局、ビームエキスパンダ7からの光の0.2%が記録媒体10に照射される。この物体光の全光量が10μWの時、参照光強度は約50μWで、記録時間1秒にて、記録ホログラムが忠実に再生される。計算上は、焦点位置においては2W/mm²の参照光強度(3.5Wに相当)が必要なことになるが、記録媒体10が奥行きを持っているために、必ずしも焦点位置の強度分布の最大値に参照光強度をあわせる必要はないことがわかる。ただし、同様の記録を差分コードで行うためには、物体光の全光量が10μW、参照光50μWにて記録時間2秒が必要であり、本発明により全光照射量が半減されたことが分かる。

【0028】図3は本実施形態(実施例)の符号化方法による記録・再生処理を示す流れ図であり、図4及び図5は二種類の従来方式の符号化方法による記録・再生処理を示す流れ図である。図3乃至図5において、(a)は記録処理の場合であり、(b)は再生処理の場合である。全て、情報ビット列(I_n, {I_n=0 or 1})を記録する方法である。

【0029】図4はピクセルの“明”、“暗”をビットの“1”、“0”に対応させる方法であり、再生時には、あるスライスレベル(V)よりも回折光量が多いか少ないかでビットの“1”、“0”を判断する。図5は隣り合ったピクセルの比較をして、“明暗”、“暗明”をビットの“1”、“0”に対応させる方法である。

【0030】本実施形態(実施例)の符号化方法による記録・再生処理は、図3に示すように、二次元空間光変調器において、第i行第j列に存在するピクセルの状態をS_{ij}と表現し、光を透過する状態をS_{ij}=1光を透過しない状態をS_{ij}=0とする。レンズや記録媒体を透過後、物体光もしくは回折光はCCD12上に結像される。CCD12上で結像された二次元空間光変調器のピクセルは、必ずしもCCD12のピクセルと同サイズである必要はなく、CCD12のピクセルの整数倍が二次元空間光変調器のピクセルサイズであればよい。

【0031】再生の際には、二次元空間光変調器のピクセル(S_{ij})に対応するCCD12のピクセルの組を一単位(C_{ijk})として演算を行う。ここで、CCD12のピクセルijk番地{1≤k≤m:k,mは整数}に二次元空間光変調器のピクセル(S_{ij})の実像が結像されるとして、ijk番地のピクセルが受光する光の強度をC_{ijk}とすると、

【0032】

【数1】

$$C_{ij} = \sum_{k=1}^m C_{ijk}$$

【0033】と定義する。二次元空間変調器は、M×Nピクセルからなり、M、N共に偶数であるとする。

【0034】なお、フローチャート中の“:=”は、右辺を左辺に代入することを示し、max(a₁, a₂, a₃, a₄)は、変数{a₁, a₂, a₃, a₄}の中で最大の値を持つ変数のアドレスを返す関数であるとする。

【0035】図4に示した符号化方法では、ビットの“0”“1”の判断が“C_{ij}>V?”で行われ、回折効率のページ間ムラやページ内ムラに対し脆弱である。図5に示した差分コード法では“C_{ij}>C_{i+1,j}?”で判断しており、上記回折効率ムラに対して耐性がある。本発明の方法図3では、“max(C_{ij}, C_{i+1,f}, C_{i,j+1}, C_{i+1,j+1})”が判断基準となり、図5の差分コード法と同程度、回折効率ムラに対して耐性がある。さらに本発明の場合、記録時の記録媒体への光入射量が図5の半分ですむため、ノイズや多重記録時の回折効率減少に関して差分コード法に対して優位にある。

【0036】以上、本発明者によってなされた発明を、前記実施形態に基づき具体的に説明したが、本発明は、前記実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々変更可能であることは勿論である。

【0037】

【発明の効果】本願において開示される発明のうち代表的なものによって得られる効果を簡単に説明すれば、以下のとおりである。

【0038】(1)4つの部分のうち一つの部分のみが光を透過するという二次元符号化を用いることにより、差分コード法に比べて、ページ間ムラ、ページ内ムラに対する耐性を損なうことなく、記録に要する光量を半分に抑えることができる。

【0039】(2)多重記録時の既記録ページの消去効果を半分に抑えることができ、回折効率がホログラムの多重度の制限要因である場合には、多重度を増大させることが可能になる。

【0040】(3)物体光はコヒーレントであるため、記録媒体内にマイクロ歪や傷等の散乱要因が有る場合、散乱光と非散乱光が干渉し、それが、記録画像にノイズとして重畳されるが、ノイズ強度は物体光の全光量に比例するのにたいし、信号は各部分の回折光強度であり、差分コード法と同じであるから、信号対ノイズ比も二倍に改善されることが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による二次元空間光変調器のピクセルの最小パターンを示す図である。

【図2】本発明のホログラム記録用二次元符号化方法を実施する装置の実施形態（実施例）の概略構成を示す模式図である。

【図3】本実施形態（実施例）の符号化方法を示す流れ図である。

【図4】従来の符号化方法の一例を示す流れ図である。

【図5】従来の符号化方法の他の例を示す流れ図である。

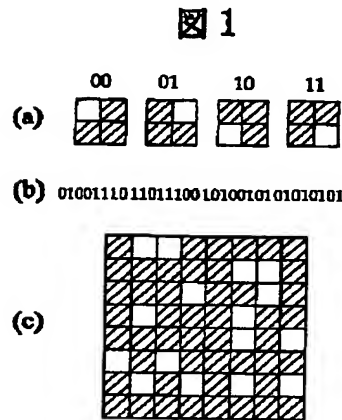
【図6】従来の差分コード法を説明するための図であ

る。

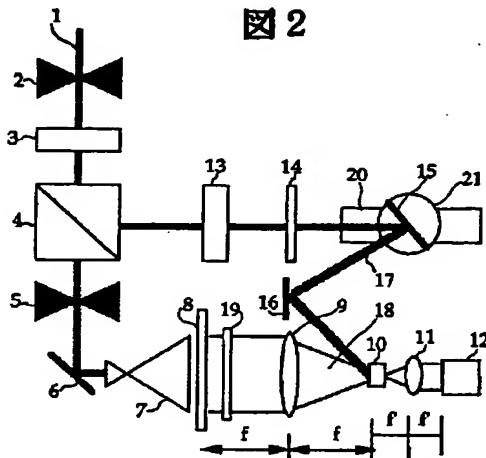
【符号の説明】

1…光、2、5…シャッター、3、13…半波長板、4…偏光ビームスプリッタ、6、15、16…ミラー、7…ビームエキスパンダ、8…液晶パネル、9…焦点距離 f のレンズ、10…記録媒体、11…焦点距離 f' のレンズ、12…CCD、14、19…偏光子、17…参照光、18…物体光、20…移動ステージ、21…回転ステージ。

【図1】

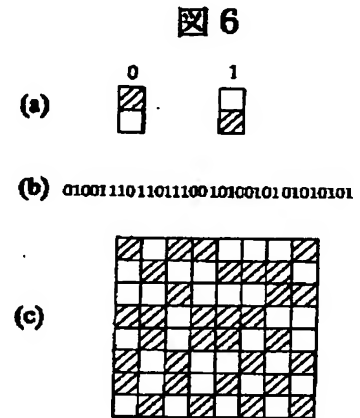


【図2】



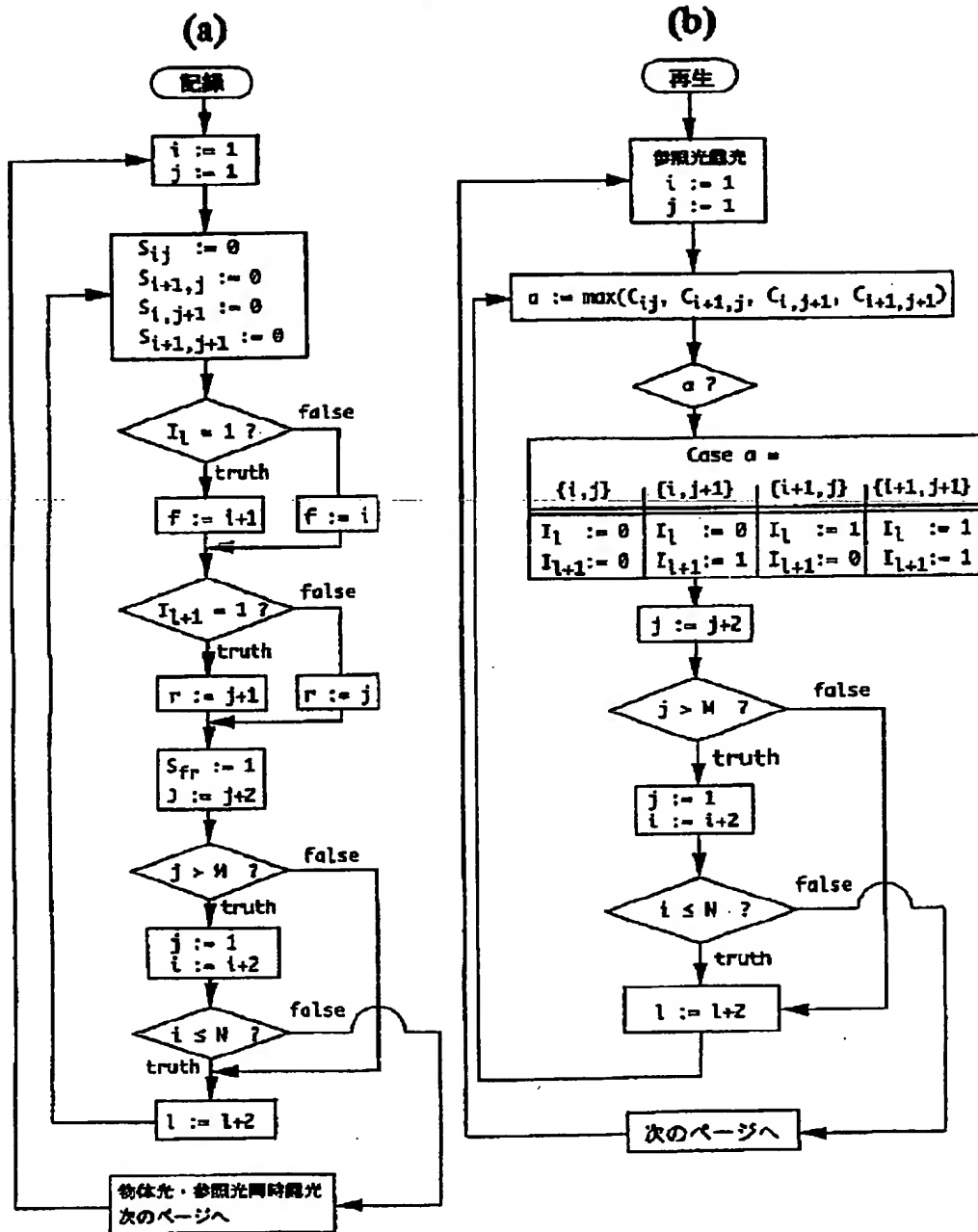
1…光 2、5…シャッター 3、13…半波長板
4…偏光ビームスプリッタ 6、15、16…ミラー
7…ビームエキスパンダ 8…液晶パネル
9…焦点距離 f のレンズ 10…記録媒体
11…焦点距離 f' のレンズ 12…CCD
14、19…偏光子 17…参照光 18…物体光
20…移動ステージ 21…回転ステージ

【図6】



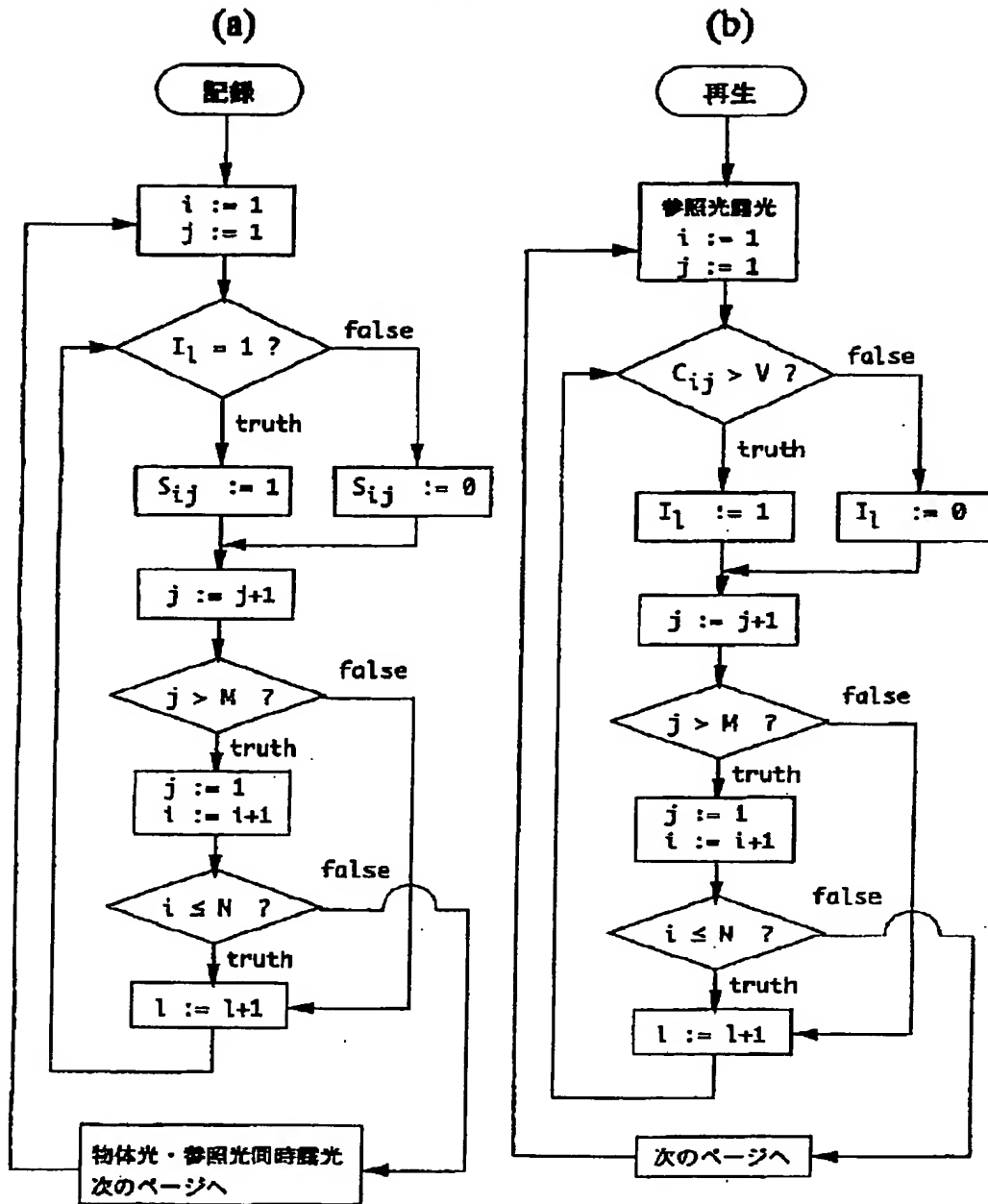
【図3】

図 3



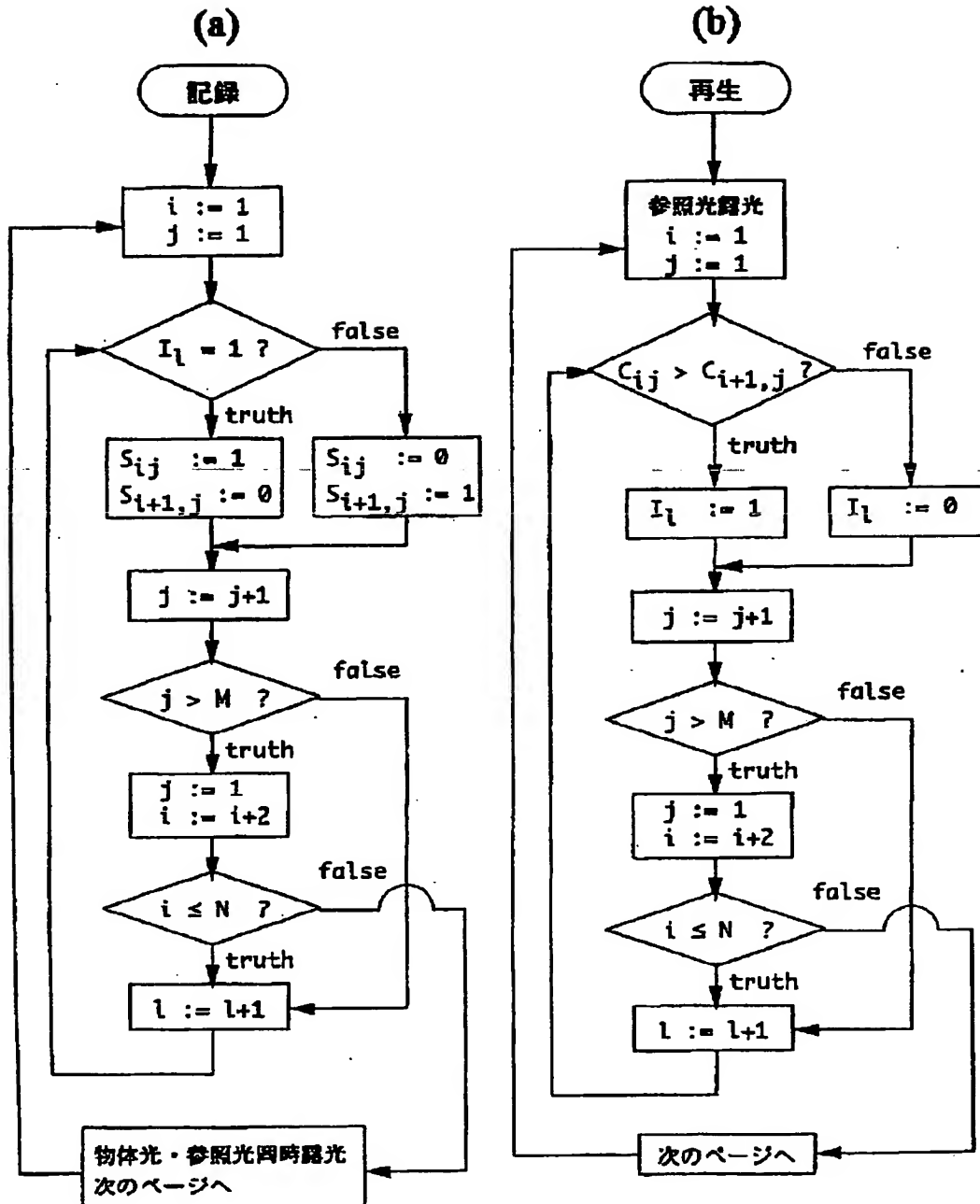
【図4】

図 4



【図5】

図 5



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-197947

(43)Date of publication of application : 31.07.1997

(51)Int.Cl.

G03H 1/04
G03H 1/08
H04N 5/335

(21)Application number : 08-009181

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH
CORP <NTT>

(22)Date of filing : 23.01.1996

(72)Inventor : YAGI IKUTAKE
IMAI YOSHIYUKI
YAMAZAKI HIRONORI

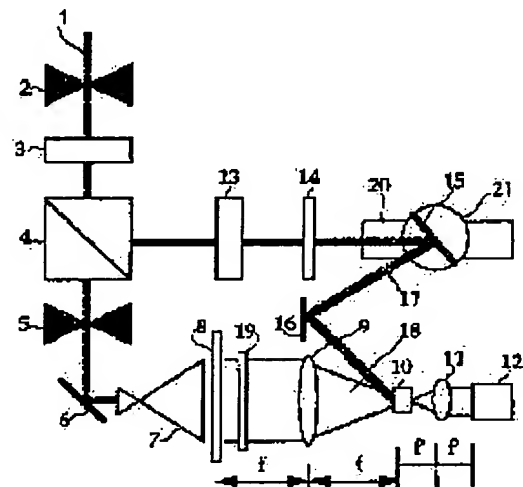
(54) TWO-DIMENSIONAL ENCODING METHOD FOR HOLOGRAM RECORDING

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To remove a signal read error due to unevenness and to minimize the erasure of a page which is already recorded at multiple recording time by grouping a specific number or its multiple number of adjacent pixels of a two-dimensional spatial optical modulator in one, and transmitting light at a specific rate of the number of pixels of respective groups and cutting off the light at other rates.

SOLUTION: Four or a multiple-of-four number of adjacent pixels of the two-dimensional spatial optical modulator are grouped in one; and a quarter of pixels constituting each group transmits light and 3/4 of them cut off the light. Consequently, when

unevenness in a page is rougher than the minimum pattern of pixels, the unevenness in the page does not cause no trouble to find out the maximum diffracted light intensity among the four parts and signal read errors due to the unevenness in the page and unevenness between pages can be removed. A device which executes this method consists of shutters 2 and 5, half-wavelength plates 3 and 13, a polarization beam splitter 4, mirrors 6, 15, 16, etc.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 22.10.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3209493

[Date of registration] 13.07.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] It is the two-dimensional coding approach for hologram record which the pixel of the multiple of four pieces which a 2-dimensional space optical modulator adjoins, or 4 is made into a lot in the two-dimensional coding approach for hologram record of determining the information which records at least one light wave by passing a 2-dimensional space optical modulator, and the quadrant of the number of pixels which constitutes each class penetrates light, and is characterized by the 3/4 interrupting light.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]**[0001]**

[Field of the Invention] This invention can be set on the holography technique which two or more coherent light waves are made to interfere, and is recorded. In case the transmission modulation pattern of a 2-dimensional space optical modulator is recorded as information which records the interference fringe of light especially about the real-time holography technique recorded into a record medium, by the approach of changing and recording digital data on an image efficiently It applies to the volume multiplex holography technique using the photorefractive crystal as a record medium, and is related with an effective technique.

[0002]

[Description of the Prior Art] Using the light sources, such as laser, the scattered light (body light or signal light) by the body and the non-scattered light (a reference beam or pump light) from the same light source are made to interfere, and the interference draft is recorded on storages, such as a photographic plate in which optical recording is possible, and only a reference beam is irradiated at the recorded interference draft at the time of playback, and the technique reproducing the scattered light by the body is called holography. Here, the depth of a storage is able to record two or more holograms in the same medium, when sufficiently long compared with the wavelength of record light. This technique is called volume multiplex holography. Since a refractive index is changed by irradiating light, a certain kind of dielectric called a photorefractive ingredient is used as a record medium for volume multiplex holography.

[0003] On the other hand, it is carried out by giving intensity distribution or phase distribution to body light by passing 2-dimensional space optical modulators, such as a liquid crystal panel, for body light in record of digital information. It is condensed using a lens and the body light after 2-dimensional space optical modulator passage is irradiated by the record medium.

[0004] Although roughly divided into a real-image record type and the fourier image record type by arrangement of a 2-dimensional space optical modulator, a lens, and a record medium at this time, it is thought that the fourier image record type has a blemish in a record medium and the high tolerance over a location gap of an optical exposure, and fits the memory system.

[0005] make it a real-image record type -- the fourier image record type -- an imitation -- a reference beam is irradiated [informational playback] at a record medium, it must be made for the diffracted light to have to go into 2-dimensional photodetectors, such as CCD (charge-coupled device), and image formation of the real image of the pattern of the 2-dimensional space optical modulator at the time of record is carried out on a photodetector.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] this invention person found out the following troubles, as a result of examining said Prior art.

[0007] According to the defect of a record medium or optical system, the diffraction nonuniformity (nonuniformity in a page) on the strength within a diffraction figure and the diffraction-efficiency nonuniformity (nonuniformity between pages) between each hologram at the time of multiplex hologram record may exist. That is, when slice level was set as a certain diffracted-light level on the strength and "0" and "1" were determined by whether diffracted-light reinforcement is stronger than it, there was a problem of misreading a signal by the nonuniformity in a page and the nonuniformity

between pages.

[0008] since it is unreal, always expecting perfection to an actual memory system on the other hand does not misread a signal, even if there is the aforementioned nonuniformity -- as -- difference -- the approach of coding is advocated (John F.Heanue, Matthew C.Bashaw, Lambertus Hesselink:SCIENCE Vol.265 p.746 (1994)). This is an approach which subtracts the diffracted-light reinforcement of an adjacent pixel, matches with "1" if a result is minus and it is "0" and plus, and expresses 1 bit by 2 pixels. Naturally, the pattern of the 2-dimensional space optical modulator at the time of record turns into a pattern as served as combination of the group of (transparency, nontransparent), and (nontransparent and transparency), for example, shown in drawing 6 .

[0009] (a) of drawing 6 shows the smallest unit of a bit, and considers "transparency" and a black omission pixel (part which gave the slash of drawing 6) as "nontransparent" for a void pixel. By the pixel located in a line up and down, the time of a top being "nontransparent" and the bottom being "transparency" is set to "0", and it is referred to as "1" at the time of a reverse list. since the light income of the pixel on CCD of the location corresponding to each pixel of a 2-dimensional space optical modulator is subtracted between up-and-down pixels and "0" and "1" are actually determined by the positive/negative, when processing an image by electric eyes, such as CCD (charge-coupled device), -- difference -- a code is called. the time of (c) having put the pixel of these vertical pair in order, and being what encoded the bit string shown by (b), going to the right from upper left direction, and arriving at a right end -- a left end -- moving -- the bottom of one step (2 pixels) -- **** -- it constitutes from a method which goes to the right again.

[0010] And in order to reproduce the recorded hologram faithfully, the reinforcement of the reference beam at the time of record must be [whether it is equal to body light reinforcement with spatial distribution, and] more than it. Moreover, in a volume multiplex hologram, since a ** (N-1) page is erased little by little from the 1st recorded on recording the Nth page before it, it is necessary to lessen the quantity of light as much as possible. Therefore, since optical reinforcement has strongest DC component (a part for the core of the fourier image) of the pattern of a 2-dimensional space optical modulator, it is usually necessary to double reference beam reinforcement with the strength for a core of the fourier image of body light in FURIE image record type holography.

[0011] The purpose of this invention is in the volume multiplex hologram in which the nonuniformity in a page mentioned above and the nonuniformity between pages exist to offer the technique which the signal reading error by nonuniformity is removed, and can suppress elimination of the recorded page at the time of multiplex record to the minimum.

[0012] As new along [said] this invention a description as the other purposes is clarified by description and the accompanying drawing of this specification.

[0013]

[Means for Solving the Problem] It is as follows when the outline of a typical thing is briefly explained among invention indicated in this application.

[0014] In the two-dimensional coding approach for hologram record of determining the information which records at least one light wave by passing a 2-dimensional space optical modulator, the pixel of the multiple of four pieces which a 2-dimensional space optical modulator adjoins, or 4 is made into a lot, the quadrant of the number of pixels which constitutes each class penetrates light, and the 3/4 interrupts light.

[0015] As the minimum pattern of the pixel of the 2-dimensional space optical modulator by this invention is shown in (a) of drawing 1 , it consists of four parts, among those only one part penetrates light, and other three parts cover light. Those with four kind, i.e., the minimum pattern, are equivalent to 2 bits for a division the case of which part penetrates light. Not each part necessarily needs to be one pixel of a space optical modulator, and may be the set of two or more pixels. Although 2 bits is expressed by which part penetrates light, the bit string in drawing 1 is a single tier, and other 2-bit expressions are possible for it. In drawing 1 , "transparency" and a black omission pixel (part which gave the slash of drawing 1) are considered for the void pixel as "nontransparent."

[0016] On a 2-dimensional space optical modulator, arrangement of drawing 1 as shown in (c) is taken, for example to record the bit string of drawing 1 as shown in (b). the time of reading and going to the right from upper left direction, and arriving at a right end -- a left end -- moving -- the

bottom of one step (2 pixels) -- **** -- it reads and goes to the right again. The light which penetrated the 2-dimensional space optical modulator is condensed with a lens, with a reference beam, an interference fringe is built in a record medium and it is recorded.

[0017] According to said means, when it is rough (spatial frequency is small), the nonuniformity in a page does not serve as a failure finding out the maximum diffracted-light reinforcement in four parts, but the signal reading error by the nonuniformity in a page and the nonuniformity between pages can be removed from the minimum pattern whose nonuniformity in a page is a pixel. this -- difference -- it is the same as the code method. moreover, information density called the capacity of 2 bits in four parts -- difference -- it is the same as the code method (it is 1 bit in two parts).

[0018] the quantity of light penetrated on the other hand -- difference -- the reinforcement of DC component of the pattern of a 2-dimensional space modulator since it is the one half of the code method -- difference -- it becomes half [of the code method], therefore reference beam reinforcement holds down to one half -- having -- elimination of the recorded page at the time of multiplex record -- difference -- it can hold down to the one half of the code method.

[0019]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, this invention is explained to a detail with reference to a drawing with the operation gestalt (example).

[0020] Drawing 2 is the mimetic diagram showing the outline configuration of the operation gestalt (example) of the equipment which enforces the two-dimensional coding approach for hologram record of this invention. In drawing 2, 1 is light, for example, uses light with a wavelength [of an Ar ion laser] of 514.5nm. 2 and 5 -- a shutter, and 3 and 13 -- a half-wave plate and 4 -- a polarization beam splitter, and 6, 15 and 16 -- a mirror and 7 -- a beam expander and 8 -- a liquid crystal panel and 9 -- the lens of a focal distance f , and 10 -- a record medium and 11 -- for a polarizer and 17, as for body light and 20, a reference beam and 18 are [CCD, and 14 and 19 / the lens of focal distance f , and 12 / a migration stage and 21] rotation stages.

[0021] The operation equipment of the two-dimensional coding approach for hologram record of this operation gestalt (example) performs include-angle multiplex record, changing the direction of incidence of a reference beam 17 using the light 1 with a wavelength [of an Ar ion laser] of 514.5nm using the strontium barium niobic acid which is a photorefractive ingredient as a record medium 10, as shown in drawing 1.

[0022] The body light 18 is condensed by the record medium 10 with the convex lens 9 with a focal distance of 300mm after passing the liquid crystal panel 8 whose magnitude of 1 pixel is 312micrometerx312micrometer. Here, the distance of a liquid crystal panel 8 and a convex lens 9 also sets distance of 300mm, a convex lens 9, and a record medium 10 to 300mm. With the lens 11 with a focal distance of 30mm, on CCD12, a record medium 10 and the light which passed serve as a real image of the pattern of a liquid crystal panel, and image formation is carried out. Moreover, the distance of a record medium 10 and a convex lens 11 also sets distance of 30mm, a convex lens 11, and CCD12 to 30mm.

[0023] The image formation pattern on said CCD12 has 1/10 of magnitude of the pattern of the actual liquid crystal panel 8. In addition, in order to amend the rotatory polarization of the light by the liquid crystal panel 8, a polarizer 19 is inserted in the optical path of body light, and the oscillating direction of the electric field of light is arranged in space in drawing 2.

[0024] On the other hand, the reference beam 17 has taken the configuration which can adjust reinforcement with the half-wave plate 13, although the oscillating direction of the electric field of the light is arranged in space with the polarizer 14. Moreover, with the combination of the migration stage 20 and the rotation stage 21, after making it reflect by two mirrors 15 and 16, the incidence location was not changed to a record medium 10, but the configuration which can change only whenever [incident angle] is taken.

[0025] In addition, half-wave plates 3 and 13 are what was used in order to make the intensity ratio of body light and a reference beam change, were combined with a half-wave plate 3, a polarization beam splitter 4 and a half-wave plate 13, and the combination of a polarizer 14, and have taken the large allowances of modification of a reference beam on the strength. The beam diameter of a reference beam is about 1.5mm.

[0026] The beam expander 7 generates a collimated beam with a diameter of 100mm, and leads body

light to a liquid crystal panel 8. In the irradiated field, two-dimensional coding is performed using 200x200 pixels of the square of about 62.4mm around. 200x200 pixels is made into the smallest unit which consists of 2x2 pixels, and it divides into 100x100, and is made to correspond to 20000 bits in all. Each pixel of a liquid crystal panel 8 is about 0.1% in the state of about 1% and "nontransparent" in the state of "transparency", and about 80% penetrates a polarizer 19.

[0027] After all, 0.2% of the light from the beam expander 7 is irradiated by the record medium 10. When the total quantity of light of this body light is 10 microwatts, reference beam reinforcement is about 50 microwatts, and a record hologram is faithfully reproduced in chart-lasting-time 1 second. Although a count top becomes that 2W (equivalent to 3.5W)/mm of reference beam reinforcement of 2 is the need in a focal location, since the record medium 10 has depth, it turns out that it is not necessary to necessarily unite reference beam reinforcement with the maximum of the intensity distribution of a focal location. however, the same record -- difference -- in order to carry out in code, the total quantity of light of body light is required for chart-lasting-time 2 seconds at 10 microwatts and 50 microwatts of reference beams, and it turns out that the total optical exposure was reduced by half by this invention.

[0028] Drawing 3 is the flow chart showing the record and regeneration by the coding approach of this operation gestalt (example), and drawing 4 and drawing 5 are the flow charts showing the record and regeneration by the coding approach of two kinds of conventional methods. In drawing 3 thru/or drawing 5, (a) is the case of record processing and (b) is the case of regeneration. Altogether, it is the approach of recording an information bit train (Ih, {Ih=0or1}).

[0029] Drawing 4 is the approach of making "****" of a pixel, and "dark" corresponding to "1" of a bit, and "0", and "1" of a bit and "0" are judged by whether there to be than a certain slice level (V), or more amounts of diffracted lights are few at the time of playback. Drawing 5 is the approach of measuring the adjacent pixel and making "light and darkness" and "*****" corresponding to "1" of a bit, and "0."

[0030] As shown in drawing 3, in a 2-dimensional space optical modulator, the record and regeneration by the coding approach of this operation gestalt (example) express the condition of the pixel which exists in the i-th line j-th train as Sij, and sets to Sij=0 the condition of not penetrating Sij=1 light for the condition of penetrating light. Image formation of body light or the diffracted light is carried out on CCD12 after penetrating a lens and a record medium. The pixel of the 2-dimensional space optical modulator by which image formation was carried out on CCD12 does not necessarily need to be the pixel and the same size of CCD12, and the integral multiple of the pixel of CCD12 should just be the pixel size of a 2-dimensional space optical modulator.

[0031] In the case of playback, it calculates by making the group of the pixel of CCD12 corresponding to the pixel (Sij) of a 2-dimensional space optical modulator into one unit (Cij). Here, pixel ijk address {1 <=k<=m:k of CCD12 and m are [0032], when setting to Cijk luminous intensity which the pixel of an ijk address receives noting that image formation of the real image of the pixel (Sij) of a 2-dimensional space optical modulator is carried out to integer}.

[Equation 1]

$$C_{ij} = \sum_{k=1}^m C_{ijk}$$

[0033] A definition is given. A 2-dimensional space modulator consists of a MxN pixel, and M and N presuppose that the number is even.

[0034] In addition, it is shown that "==" in a flow chart substitutes the right-hand side for left part, and max (a1, a2, a3, a4) presupposes that it is the function which returns the address of the variable which has the greatest value in a variable {a1, a2, a3, a4}.

[0035] By the coding approach shown in drawing 4, a judgment of a bit of "0" and "1" is made by "Cij>V?", and it is brittle to the nonuniformity between pages of diffraction efficiency, or the nonuniformity in a page. the difference shown in drawing 5 -- by the code method, it has judged by "Cij>Ci+1, j?", and is tolerant to the above-mentioned diffraction-efficiency nonuniformity. approach drawing 3 of this invention -- "max (Cij, Ci+1, f and Ci, j+1, Ci+1, j+1)" -- a decision criterion -- becoming -- the difference of drawing 5 -- it is tolerant to the code method, and comparable and diffraction-efficiency nonuniformity. in order that the amount of optical incidence to

the record medium at the time of record may furthermore end in the one half of drawing 5 in the case of this invention -- the diffraction-efficiency reduction at the time of a noise or multiplex record -- being related -- difference -- it is in dominance to the code method.

[0036] As mentioned above, although invention made by this invention person was concretely explained based on said operation gestalt, as for this invention, it is needless to say for it to be able to change variously in the range which is not limited to said operation gestalt and does not deviate from the summary.

[0037]

[Effect of the Invention] It will be as follows if the effectiveness acquired by the typical thing among invention indicated in this application is explained briefly.

[0038] (1) using the two-dimensional coding that only one part penetrates light among four parts -- difference -- the quantity of light which record takes can be held down to one half, without spoiling the resistance over the nonuniformity between pages, and the nonuniformity in a page compared with the code method.

[0039] (2) The elimination effectiveness of the recorded page at the time of multiplex record can be suppressed in one half, and when diffraction efficiency is the limiting factor of the multiplicity of a hologram, it becomes possible to increase a multiplicity.

[0040] (3) although the scattered light and the non-scattered light interfere and a record image is overlapped on it as a noise when dispersion factors, such as a micro distortion and a blemish, are in a record medium since body light is coherent, noise reinforcement is proportional to the total quantity of light of body light -- receiving -- a signal -- the diffracted-light reinforcement of each part -- it is -- difference -- since it is the same as the code method, a signal-noise ratio can also be improved by two times.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is drawing showing the minimum pattern of the pixel of the 2-dimensional space optical modulator by this invention.

[Drawing 2] It is the mimetic diagram showing the outline configuration of the operation gestalt (example) of the equipment which enforces the two-dimensional coding approach for hologram record of this invention.

[Drawing 3] It is the flow chart showing the coding approach of this operation gestalt (example).

[Drawing 4] It is the flow chart showing an example of the conventional coding approach.

[Drawing 5] It is the flow chart showing other examples of the conventional coding approach.

[Drawing 6] the conventional difference -- it is drawing for explaining the code method.

[Description of Notations]

1 [-- A mirror, 7 / -- A beam expander, 8 / -- A liquid crystal panel, 9 / -- The lens of a focal distance f , 10 / -- A record medium, 11 / -- The lens of focal distance f , 12 / -- 14 CCD, 19 / -- A polarizer, 17 / -- A reference beam, 18 / -- Body light, 20 / -- A migration stage, 21 / -- Rotation stage.] -- 3 Light, 2, 5 -- shutter, 13 -- A half-wave plate, 4 -- A polarization beam splitter, 6, 15, 16

[Translation done.]

* NOTICES *

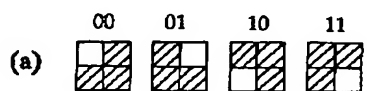
JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

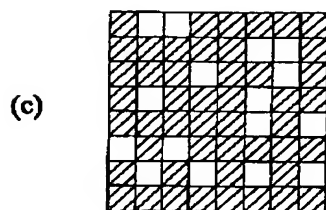
DRAWINGS

[Drawing 1]

図 1

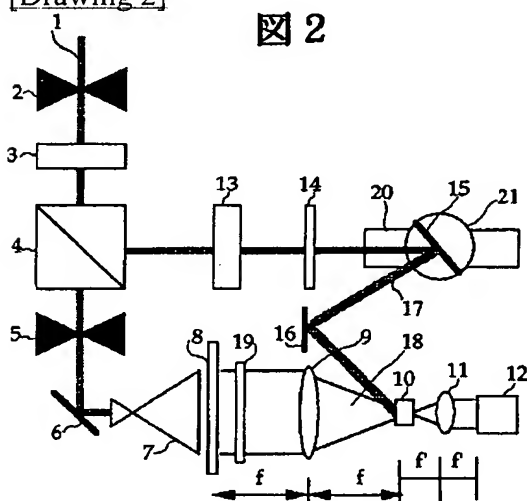


(b) 01001110110111001010010101010101



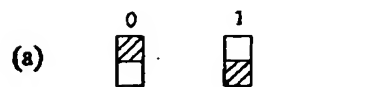
[Drawing 2]

図 2

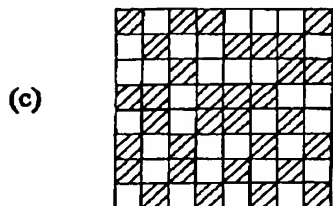


- 1...光 2, 5...シャッター 3, 13...半波長板
 4...偏光ビームスプリッター 6, 15, 16...ミラー
 7...ビームエキスパンダ 8...液晶パネル
 9...焦点距離 f のレンズ 10...記録媒体
 11...焦点距離 f' のレンズ 12...CCD
 14, 19...偏光子 17...参照光 18...物体光
 20...移動ステージ 21...回転ステージ

[Drawing 6]

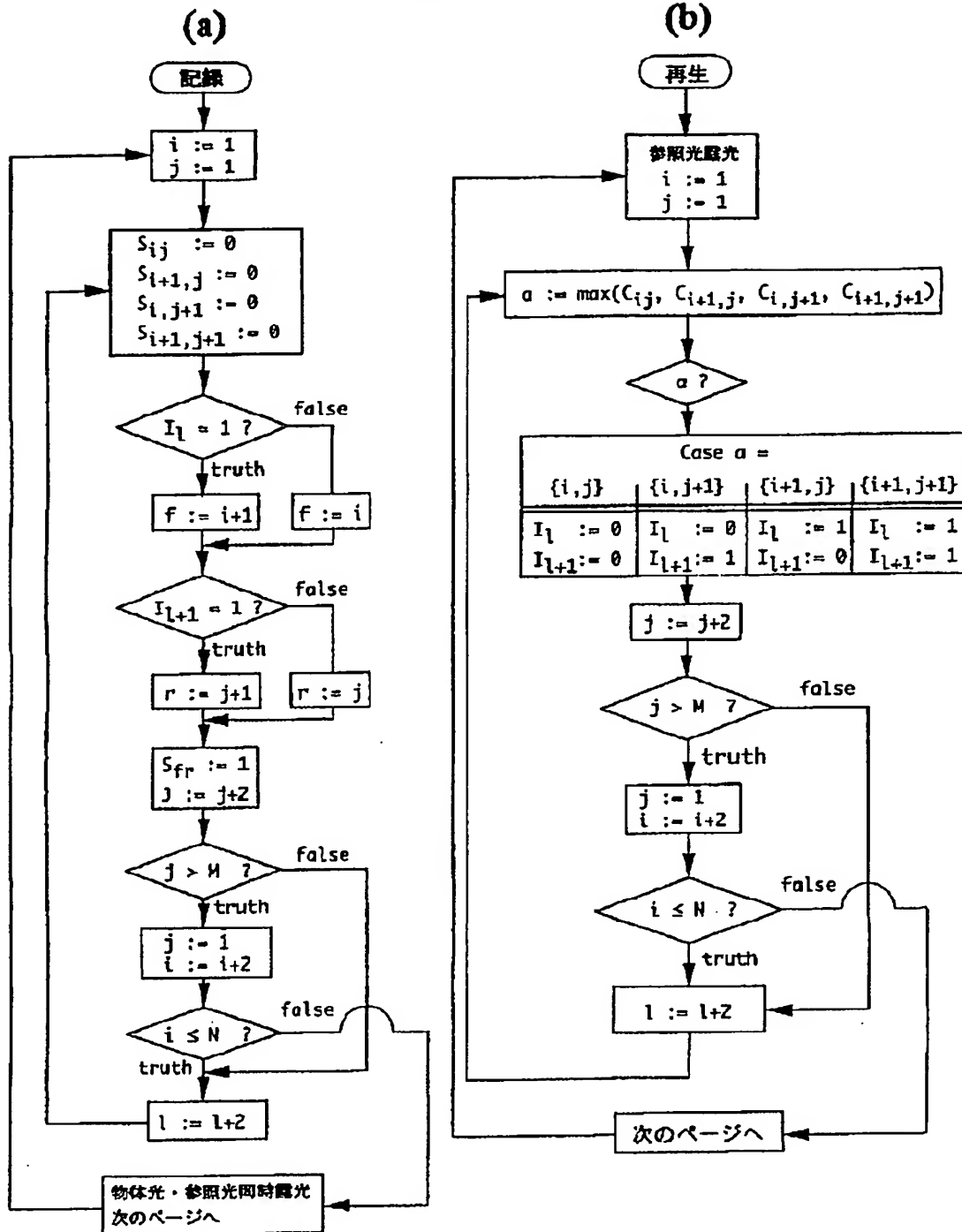
図 6

(b) 01001110110111001010010101010101



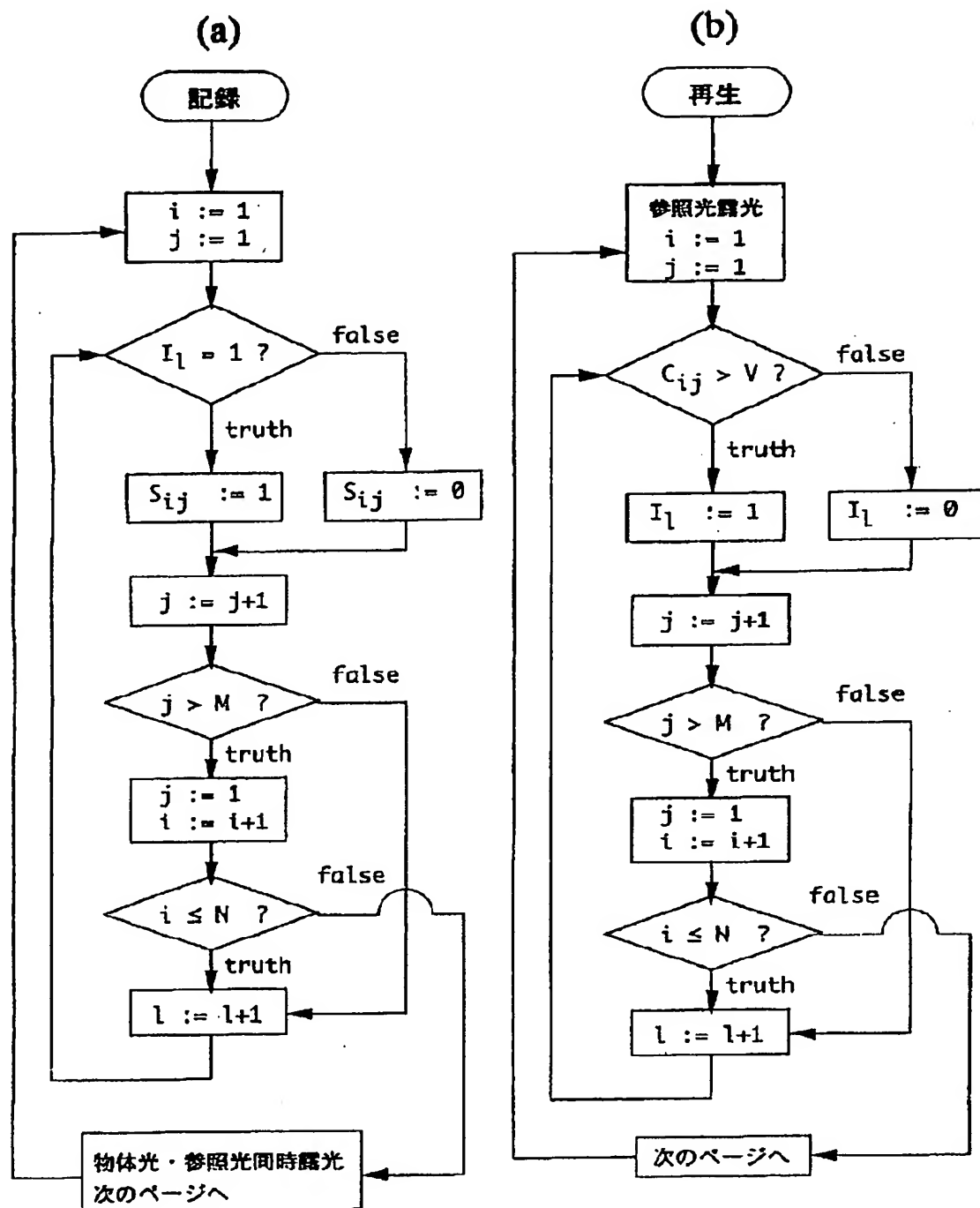
[Drawing 3]

図 3



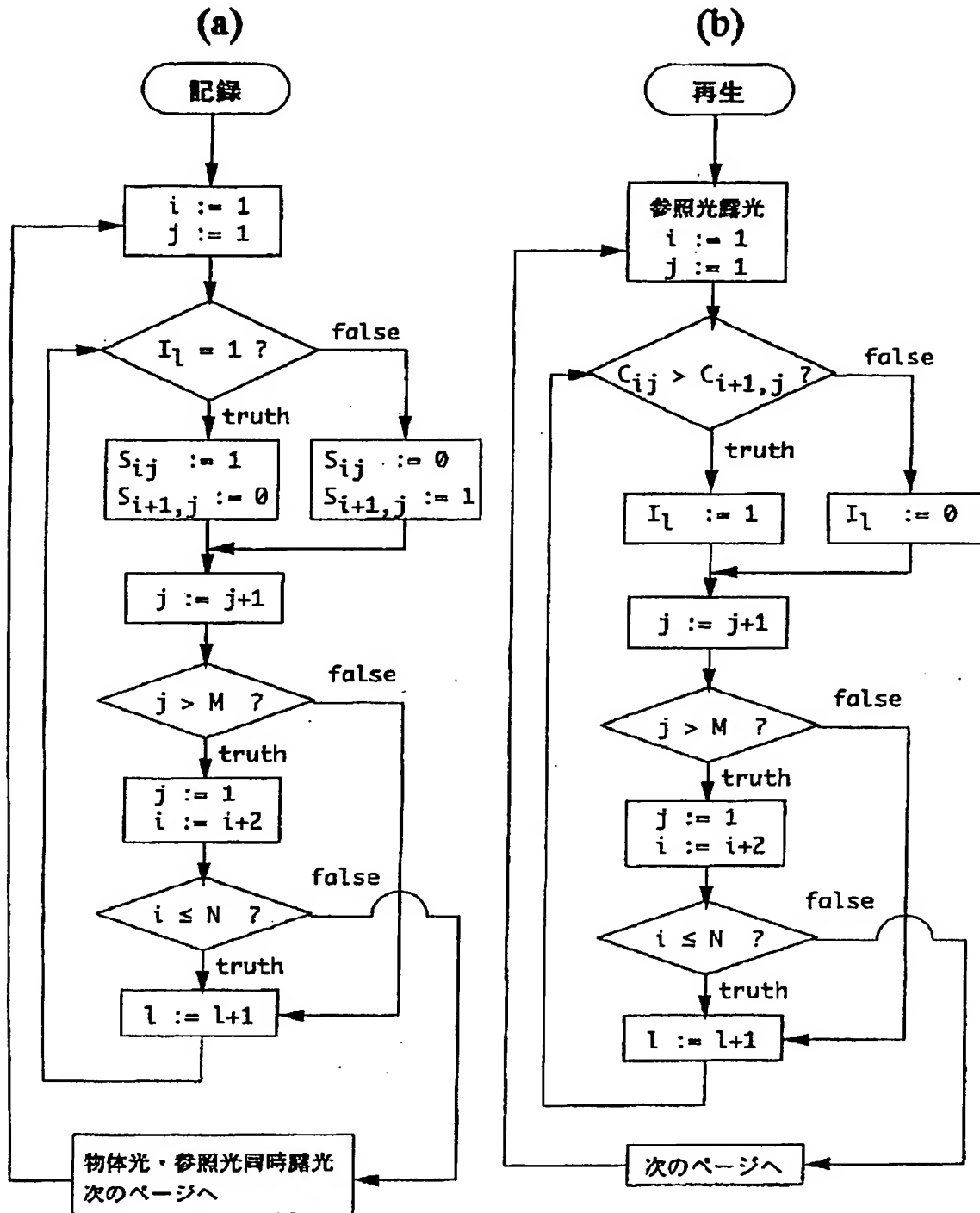
[Drawing 4]

図 4



[Drawing 5]

図 5



[Translation done.]